

Rec'd PCT/PTO 13 DEC 2004

10/517701

PCT/JP03/07606

16.06.03

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 3 年   6 月 1 2 日  
Date of Application:

REQ'D 01 AUG 2003

出 願 番 号      特 願 2 0 0 3 - 1 6 7 8 5 3  
Application Number:

[ST. 10/C]:      [J P 2 0 0 3 - 1 6 7 8 5 3]

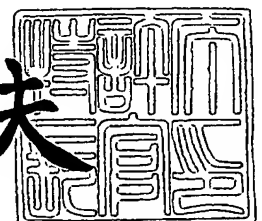
出 願 人      日本板硝子株式会社  
Applicant(s):

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年   7 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 K2030108  
【提出日】 平成15年 6月12日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G02B 6/32  
【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番 2 8 号 日本  
板硝子株式会社内

【氏名】 浜中 賢二郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番 2 8 号 日本  
板硝子株式会社内

【氏名】 中村 浩一郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 7 番 2 8 号 日本  
板硝子株式会社内

【氏名】 和田 哲

【特許出願人】

【識別番号】 000004008

【氏名又は名称】 日本板硝子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085257

【弁理士】

【氏名又は名称】 小山 有

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-174764

【出願日】 平成14年 6月14日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038807

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9002119

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光デバイスユニット及び光デバイス

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半透過型光素子を中心として左右両側の少なくとも一方の側に出射用光ファイバと入射用光ファイバが対をなして配置され、左右一方の側の出射用光ファイバから出射した光をレンズ手段で集光せしめ、この集光した光を半透過型光素子を透過させ又は同素子で反射させて左右の入射用光ファイバに選択的に入射せしめるようにした光デバイスユニットにおいて、前記レンズ手段は対をなす出射用及び入射用の光ファイバに対応した一对のレンズからなり、また前記対をなす出射用及び入射用の光ファイバの光軸間距離は前記一对のレンズの光軸中心間距離より大きく、且つ各光ファイバの光出射端または入射端と各光ファイバに対応するレンズの光軸中心と半透過型光素子の透過点または反射点は一直線状に配置されていることを特徴とする光デバイスユニット。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光デバイスユニットにおいて、前記光ファイバは多モード光ファイバであり、出射用ファイバの光出射端と半透過型光素子の透過点または反射点、また入射用光ファイバの光入射端と半透過型光素子の透過点または反射点とがそれぞれ幾何光学的な共役関係にあることを特徴とする光デバイスユニット。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の光デバイスユニットにおいて、前記光ファイバは単一モード光ファイバであり、出射用光ファイバの光出射端、半透過型光素子の透過点または反射点、また入射用光ファイバの光入射端のいずれの位置にもガウシアンビームのビームウェストが形成されることを特徴とする光デバイスユニット。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の光デバイスユニットにおいて、前記レンズは軸外収差を補正する手段を備えていることを特徴とする光デバイスユニット。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の光デバイスユニットにおいて、前記軸外収差を補正する手段は、レンズの直交する 2 軸の光学的パワーを変化させた形状であることを特徴とする光デバイスユニット。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の光デバイスユニットにおいて、前記半透過

型光素子は分波フィルタまたは液晶シャッタなどの反射／透過切替素子であることを特徴とする光デバイスユニット。

【請求項 7】 請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の光デバイスユニットが 1 次元または 2 次元状に複数個連設されていることを特徴とする光デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光分波モジュール、光アッド・ドロップモジュール、利得等化器、パワーモニターなどとして用いられる光デバイスユニット、及びこの光デバイスユニットを複数個集合した光デバイスに関する。

【0002】

【従来の技術】

4 端子モジュールの例として知られる光分波モジュールは、図 15 に示すように分波フィルタ 100 の両側に屈折率分布型ロッドレンズ 101, 102 を配置し、更に屈折率分布型ロッドレンズ 101, 102 の外側にそれぞれ対をなす出射用光ファイバ 103, 105 と入射用光ファイバ 104, 106 を配置している。

【0003】

そして、出射用光ファイバ 103 から出射した波長 ( $\lambda_1 + \lambda_2$ ) の光を屈折率分布型ロッドレンズ 101 を介して分波フィルタ 100 に当て、波長 ( $\lambda_1$ ) の光については分波フィルタ 100 で反射しロッドレンズ 101 を介して入射用光ファイバ 104 に入射せしめ、波長 ( $\lambda_2$ ) の光については分波フィルタ 100 を透過しロッドレンズ 102 を介して光ファイバ 106 に入射せしめ、同様に入射用光ファイバ 105 から入射した波長 ( $\lambda_3 + \lambda_4$ ) の光を屈折率分布型ロッドレンズ 102 を介して分波フィルタ 100 に当て、波長 ( $\lambda_4$ ) の光については分波フィルタ 100 で反射しロッドレンズ 102 を介して入射用光ファイバ 106 に入射せしめ、波長 ( $\lambda_3$ ) の光については分波フィルタ 100 を透過しロッドレンズ 101 を介して光ファイバ 104 に入射せしめる。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

図16は図15に示した光学系と等価な光学系を凸レンズを用いて示したものであり、斯かる光学系は、光ファイバ103、104、105、106とレンズ101、102との距離、レンズ101、102と分波フィルタ100との距離がともにレンズの焦点距離 $f$ となるように設定している。

光ファイバは多くの場合、シリコンやガラスで作製された断面がV字状の平行な溝（所謂、平行溝）に配列固定される。このように光ファイバ103、104が平行に配置されたとき、上記の光学系は反射光を最も効率よく光ファイバ104で受光するための構成、即ちテレセントリック光学系となっている。

## 【0005】

上述した従来の光学系において、光ファイバとレンズとの距離、レンズと分波フィルタ（光機能素子）との距離が焦点距離と異なる場合には、図17に示すように分波フィルタで反射した光の主光線がレンズの光軸に対して傾斜し、このため受光側の光ファイバをこれにしたがって傾斜させなければならないなどの不具合が生じる。

## 【0006】

即ち、反射光の主光線が傾斜するのを避けるためにテレセントリック光学系を構成しようとする、光ファイバとレンズ間距離とレンズと光機能素子間距離とともにレンズの焦点距離にする必要があり、例えば、光機能素子の構造の都合などでレンズと光機能素子間距離を長くする必要がある場合、長い焦点距離をもつレンズはその直径も大きくなるため、光学系の寸法が大きくなってしまいうという難点がある。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため本発明に係る光デバイスユニットは、半透過型光素子を中心として左右両側に出射用光ファイバと入射用光ファイバが対をなして配置され、左右一方の側の出射用光ファイバから出射した光をレンズ手段で集光せしめ、この集光した光を半透過型光素子を透過させ、また同素子で反射させて左右

の入射用光ファイバに選択的に入射せしめるようにした光デバイスユニットであって、前記レンズ手段は対をなす出射用及び入射用の光ファイバに対応した一对のレンズからなり、また前記対をなす出射用及び入射用の光ファイバの光軸間距離は前記一对のレンズの光軸中心間距離より大きく、且つ各光ファイバの光出射端または入射端と各光ファイバに対応するレンズの光軸中心と半透過型光素子の透過点または反射点は一直線状に配置された構成とした。

#### 【0008】

このように、従来1個のレンズで構成していた部分を2個のレンズで構成し、これらレンズの光軸中心間距離と光ファイバの光軸間距離を適正に調整することで、自由度をもった光学設計が可能になる。

#### 【0009】

また、本発明に係る光デバイスユニットにおいて、光ファイバとして多モード光ファイバを用いる場合には、第1の光ファイバの光出射端と反射型光素子の反射点、また第2の光ファイバの光入射端と反射型光素子の反射点とがそれぞれ幾何光学的な共役関係にあることが好ましく、また光ファイバとして単一モード光ファイバを用いる場合には、第1の光ファイバの光出射端、反射型光素子の反射点、また第2の光ファイバの光入射端のいずれの位置にもガウシアンビームのビームウェストが形成される構成にすることが好ましい。

#### 【0010】

また、前記レンズは軸外収差を補正する手段を備えていることが好ましく、軸外収差を補正する手段としては、レンズの直交する2軸の光学的パワーを変化させた形状が考えられる。例えば、いわゆるトーリックレンズや、軸外の非点収差、コマ収差を補正するように設計、作製された回折光学素子(DOE)レンズなどが使用できる。

#### 【0011】

尚、本発明における半透過型光素子としては、例えば分波フィルタまたは液晶シャッタなどの反射／透過切替素子などが考えられる。

#### 【0012】

また、本発明に係る光デバイスは上記の光デバイスユニットが1次元または2

次元状に複数個連設された構成であり、斯かる光デバイス或いは光デバイスユニットのレンズとしては、マイクロレンズアレイが好適である。マイクロレンズアレイは、ガラス基板などの透明基板の表面に多数の凸レンズを所定のパターンで形成したものであるが、本発明においては特に2つのレンズが対をなすように、その一部が切断され、切断された部分を突き合わせた形状のレンズ部とするのがより好ましい。

#### 【0013】

##### 【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。図1は本発明に係る光デバイスユニットのうち4端子モジュールの構成図であり、光デバイスユニットは、半透過型光素子1を中心として左右両側にレンズ手段2、3が配置され、レンズ手段2の外側には出射用光ファイバ4と入射用光ファイバ5が対をなして配置され、レンズ手段3の外側には出射用光ファイバ6と入射用光ファイバ7が対をなして配置されている。

#### 【0014】

特に本発明にあつては、レンズ手段2、3はそれぞれに対応する光ファイバに合わせて一对のレンズ2a、2b及び3a、3bから構成され、また、前記対をなす出射用及び入射用の光ファイバ4、5または6、7の光軸間距離L1は前記一对のレンズ2a、2bまたは3a、3bの光軸中心間距離L2より大きく、且つ各光ファイバの光出射端または入射端と各光ファイバに対応するレンズの光軸中心と半透過型光素子の透過点または反射点は一直線状に配置されている。

つまり、各光ファイバ4、5、6、7の光出射端または光入射端と半透過型光素子5の透過点または反射点とがそれぞれ幾何光学的な共役関係となる。

#### 【0015】

前記半透過型光素子1として、分波フィルタを用いた場合の作用を図2に基づいて説明すると、(a)に示すように、出射用光ファイバ(多モード光ファイバ)4から複数波長( $\lambda_1 + \lambda_2$ )を含む光が分波フィルタに入射すると、特定の波長( $\lambda_1$ )の光のみが透過し、入射用光ファイバ7に入射する。そして、分波フィルタが特定の波長( $\lambda_2$ )を反射するように設計されている場合には、同時



に反射光 ( $\lambda 2$ ) が入射用光ファイバ5に入射する。

また、(b) に示すように、出射用光ファイバ6から複数波長 ( $\lambda 3 + \lambda 4$ ) を含む光が分波フィルタに入射すると、特定の波長 ( $\lambda 3$ ) の光のみが透過し、入射用光ファイバ7に入射する。そして、分波フィルタが特定の波長 ( $\lambda 4$ ) を反射するように設計されている場合には、同時に反射光 ( $\lambda 4$ ) が入射用光ファイバ7に入射する。

#### 【0016】

一方、単一モード光ファイバを用いる場合には、図3に示すように、各光ファイバ4、5、6、7の光出射端または光入射端、半透過型光素子1の透過点または反射点のいずれの位置にもガウシアンビームのビームウェストが形成されるように各要素間の距離を設定する。

#### 【0017】

前記反射型光素子1としては、分波フィルタの他に液晶シャッタなどの反射／透過切替素子を用いてもよい。反射／透過切替素子を用いると、電気信号入力によって光ファイバ4から出射した光を、光ファイバ5または光ファイバ7のいずれかに入射せしめる切替動作を行うことができる。

#### 【0018】

尚、前記レンズ手段2、3は軸外収差を補正するために、レンズの直交する2軸の光学パワーを変化させた形状になっている。前述のトーリックレンズやDOEレンズがこれに相当する。

#### 【0019】

図4は図1に示した光デバイスユニットを要素とする光デバイスの構成図であり、光デバイスは上記した光デバイスユニットを1次元または2次元状に複数個連設した構成となっている。光デバイスユニットは全て同一のものを連設してもよいが、異ならせてもよい。例えば、各光デバイスユニットの半透過型光素子1として、異なる分波特性をもつ分波フィルタを配列すれば、入射側の各光ファイバ4、5、6、7に異なる波長の光を入射させることができる。

#### 【0020】

図5は本発明に係る光デバイスユニットのうち3端子モジュールの構成図であ

り、光デバイスユニットは、第1の光ファイバ4、第2の光ファイバ5、第1のレンズ2 a、第2のレンズ2 b、半透過型光素子1及び第4の光ファイバ7から構成され、第1の光ファイバ4から出射した光が第1のレンズ2 aで集光されて半透過型光素子1方向に向い、この半透過型光素子1で前記第1の光ファイバ4から出射した光の一部（波長 $\lambda_1$ ）が反射され、この反射した光は第2のレンズ2 bで集光されて第2の光ファイバ5に入射し、また半透過型光素子1を透過した光（波長 $\lambda_2$ ）は第4の光ファイバ7に入射する。

#### 【0021】

この実施例にあっても、第1及び第2の光ファイバ4、5の光軸間距離 $L_1$ は第1及び第2のレンズ2 a、2 bの光軸中心間距離 $L_2$ より大きく、且つ第1の光ファイバ4の光出射端と第1のレンズ2 aの光軸中心と半透過型光素子1の反射点（透過点）は一直線状になり、また半透過型光素子1の反射点（透過点）と第2のレンズ2 bの光軸中心と第2の光ファイバ5の入射端も一直線状になっている。そして、第3の光ファイバ6、第4の光ファイバ7の光入射端は半透過型光素子1を中心として第1の光ファイバ4、第2の光ファイバ5と対称位置にある。

#### 【0022】

また、光ファイバとして多モード光ファイバを用いた場合、単一モード光ファイバを用いた場合の各要素間の距離の設定は、前記した実施例と同じであり、反射型光素子5の具合例も前記実施例と同一である。

#### 【0023】

図1に示したように、光デバイスユニットを構成する一対のレンズ2 a、2 bの近接する部分はレンズとして有効に利用されていない。そこで、図6（4端子）、図7（3端子）及び図6のA方向矢視図である図8に示すように、マイクロレンズアレイを作製する場合には、近接した部分を除去した形状、具体的には、光軸方向から見て対をなすレンズ2 a、2 bの中心を結ぶ線分の垂直二等分線に沿って切除し、この切除された部分を突き合わせた形状にするようにしてもよい。

#### 【0024】

上記の光デバイスを構成するマイクロレンズアレイとしては、図9に示すように、ガラスなどの透明基板10の表面に高屈折率樹脂からなる一対のレンズ2a、2b(3a、3b)を突状に形成した構成、或いは図7に示すように、透明基板10の表面に凹部を形成し、この凹部に高屈折率樹脂を充填して一対のレンズ2a、2b(3a、3b)とする構成が考えられる。

#### 【0025】

図9に示す構造のマイクロレンズアレイを製造するには、例えばガラスなどの透明基板10の表面に高屈折率樹脂を盛り付け、盛り付けた高屈折率樹脂をガラス型などでプレス成形し、この後、紫外線あるいは熱によって高屈折率樹脂を硬化せしめる。

#### 【0026】

また、図10に示す構造のマイクロレンズアレイを製造するには、例えばガラスなどの透明基板10の表面にマスクを介してエッチングを施して凹部を形成し、この凹部に高屈折率樹脂を充填し、この後、紫外線あるいは熱によって高屈折率樹脂を硬化せしめる。

尚、マイクロレンズアレイを製造する方法は上記に限定されず、イオン交換法などでも可能である。

#### 【0027】

次に、具体的な設計数値例を挙げて本発明に係る光デバイスを説明する。ここで、図11(a)は光ファイバ間距離を $125\mu\text{m}$ とした場合の設計値の表、(b)は光ファイバ間距離を $250\mu\text{m}$ とした場合の設計値の表、(c)は設計値の説明に供する図である。図12(a)は図11に示した設計値のうち倍率とレンズ径の関係を示すグラフ、(b)は倍率と開口率の関係を示すグラフ、(c)は倍率とレンズ-光機能素子間距離の関係を示すグラフである。また図13(a)は従来のテレセントリック光学系によって光ファイバ間距離を $125\mu\text{m}$ とした場合の設計値の表、(b)は同じく光ファイバ間距離を $250\mu\text{m}$ とした場合の設計値の表、(c)は設計値の説明に供する従来のテレセントリック光学系の図である。図14(a)は図13に示した設計値のうちレンズ径と開口率との関係を示すグラフ、(b)はレンズ径とレンズ-光機能素子間距離との関係を示す

グラフ、(c) はレンズ径とビームウェスト径との関係を示すグラフである。

#### 【0028】

図11において、通常光ファイバの径は $125\mu\text{m}$ であるので、光ファイバ間距離を $125\mu\text{m}$ とすることは、2本の光ファイバを密接させた状態（これ以上間隔を小さくすることはできない状態）を意味する。

そして、この場合にレンズ-光機能素子間距離 $L/2$ が与えられると、結像倍率 $\beta$ およびレンズ径 $PL$ が決められる。例えば図12(c)から、 $L/2=1\text{mm}$ の場合、 $\beta$ は約4倍、 $L/2=2.5\text{mm}$ の場合、 $\beta$ は約8.5倍が必要となり、この倍率に対応するレンズ径は、図12(a)から、それぞれ $PL=100\mu\text{m}$ 、 $112\mu\text{m}$ であり、10%強しか変化しない。換言すれば、本発明の光デバイスによれば、レンズ径をあまり変化させずにレンズ-光機能素子間距離を変化させることができ、光機能素子の都合によってレンズ-光機能素子間距離を長くさせなければならない場合などに有利である。

#### 【0029】

また、図11において、光ファイバ間距離を $250\mu\text{m}$ とすると、図12(c)に示すように、同じ倍率でレンズ-光機能素子間距離 $L/2$ を約2倍に延ばすことができる。このことも光デバイスの設計における自由度が高くなることにつながる。

#### 【0030】

一方、図13、図14に示すように、テレセントリック光学系の場合には、レンズ-光機能素子間距離 $L/2=f$ 、光ファイバ-レンズ間距離も $f$ に固定され、設計の自由度が小さくなり、また、光ファイバ間距離 $125\mu\text{m}$ の光学系で、 $L/2=1\text{mm}$ とするとレンズ径は約 $500\mu\text{m}$ 、 $L/2=2.5\text{mm}$ ではレンズ径は約 $1\text{mm}$ となり2倍も大きくする必要があり、装置全体の大型化につながる。

#### 【0031】

更に、本発明のもう一つの実施の形態として単一モード光ファイバアレイ、レンズアレイ及び半透過型光素子からなる図4に示すような光デバイスを構成した。光学系は図3に示すものに該当する。この実施例は透過型光学系に限定する。

## 【0032】

レンズアレイのレンズ素子は樹脂を成形して形成した。一对のレンズ素子に対応した凹部が対になって配列されたレンズアレイ用成型型を準備する。この成型型に離型剤を塗布したのち、紫外線硬化型のエポキシ樹脂を流下し、それにガラス基板を押し当てる。その状態で紫外線を照射して樹脂を硬化したのち、離型してレンズアレイを得た。半透過型光素子は波長1550nmにおいて90%を反射し、10%を透過する部分反射鏡であり、一方のレンズアレイのガラス基板の裏面にAu膜を蒸着して形成した。

## 【0033】

製作したレンズ素子の直径PLは500 $\mu$ mであり、一对のレンズ間距離L2は500 $\mu$ mとした。即ち、一对のレンズ素子は互いに接した位置に配置され、図3に示す光学系が形成された。レンズ素子の焦点距離fは波長1550nmにおいて1.075mmであり、開口数NAは0.233であった。また、使用した単一モード光ファイバのモードフィールド径は10.5 $\mu$ mである。

## 【0034】

光デバイスの組立は次の手順で行う。二つレンズアレイと半透過面間距離L/2をレンズアレイ基板の厚み(2つのレンズアレイで等しく設定する)の調整により設定した後、光ファイバ4から波長1550nmの光を入射する。この光がレンズ2aを介して半透過型光素子1に入射し、反射された光がレンズ2bにより集光されて光ファイバ5に結合する際、挿入損失が最小になるようにレンズに対する光ファイバの位置(光ファイバの光軸間距離L1、光ファイバ端面とレンズ間の距離d0)と半透過型光素子のあおり角を調整した。つぎに半透過型光素子1を透過した光がレンズ3bに入射し、光ファイバ7に結合し、挿入損失が最小となるように光ファイバの位置を調整した。

## 【0035】

このような光デバイスにおいて、レンズと半透過型光素子の距離L/2を変化させたときの透過側挿入損失の測定を行った。L/2を4.0、6.0、8.0mmに変化させたときの各部の寸法の計算値もあわせて表1に示す。挿入損失の測定結果は、図18に示す通りである。L/2が6~10mmの範囲で挿入損失

ILが低くなり、 $L/2 = 9\text{ mm}$ のとき、ILの最小値0.6 dBが得られた。  
ただしこのILは、半透過面の反射による減衰量分を除いた過剰挿入損失である。  
なお、透過側についても同様な特性が得られた。

【0036】

【表1】

レンズ-反射面間距離	$L/2(\mu\text{m})$	4000	6000	8000
光ファイバ端面-レンズ間距離	$d0(\mu\text{m})$	1083	1089	1097
倍率	$\beta$	5.5	7.3	9.0
光ファイバ光軸間距離	$L1(\mu\text{m})$	635	591	569
反射面のあおり角	(deg)	3.58	2.39	1.79
ビームウェスト半径	$w1(\mu\text{m})$	100	98	94
実効 NA	$\text{Naeff}$	0.168	0.188	0.197

【0037】

【発明の効果】

以上に説明したように本発明によれば、結像光学系であるので、光学要素間の距離の設定の自由度が大きく、利用範囲が広い。

また、光学要素間の間隔を等間隔且つ高精度に形成しやすく、高度な調芯技術が不要となる。

【0038】

特に、対をなすレンズの近接する部分を切除しレンズとして有効に作用する部分のみを集合させたマイクロレンズアレイとすることで、デバイスの小型化を達成することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る光デバイスユニットのうち4端子モジュールの構成図

【図2】

(a) 及び (b) は図1に示した光デバイスユニットの作用を説明した図

【図3】

単一モードの光ファイバを用いた場合の作用を説明した図

【図4】

図1に示した光デバイスユニットを要素とする光デバイスの構成図

**【図 5】**

別実施例に係る光デバイスユニットの作用を説明した図

**【図 6】**

別実施例に係る光デバイスの構成図

**【図 7】**

別実施例に係る光デバイスの構成図

**【図 8】**

図 6 の A 方向矢視図

**【図 9】**

図 6 に示した光デバイスを構成するマイクロレンズアレイの断面図

**【図 10】**

マイクロレンズアレイの別実施例を示す断面図

**【図 11】**

(a) は光ファイバ間距離を  $125\mu\text{m}$  とした場合の設計値の表、(b) は光ファイバ間距離を  $250\mu\text{m}$  とした場合の設計値の表、(c) は設計値の説明に供する図

**【図 12】**

(a) は図 11 に示した設計値のうち倍率とレンズ径の関係を示すグラフ、(b) は倍率と開口率の関係を示すグラフ、(c) は倍率とレンズ-光機能素子間距離の関係を示すグラフ

**【図 13】**

(a) は従来のテレセントリック光学系によって光ファイバ間距離を  $125\mu\text{m}$  とした場合の設計値の表、(b) は同じく光ファイバ間距離を  $250\mu\text{m}$  とした場合の設計値の表、(c) は設計値の説明に供する従来のテレセントリック光学系の図

**【図 14】**

(a) は図 13 に示した設計値のうちレンズ径と開口率との関係を示すグラフ、(b) はレンズ径とレンズ-光機能素子間距離との関係を示すグラフ、(c) はレンズ径とビームウェスト径との関係を示すグラフ

## 【図 15】

従来の光分波モジュールの構成図

## 【図 16】

図 15 に示した光学系と等価な光学系を凸レンズを用いて示した図

## 【図 17】

従来の光分波モジュールの問題点を説明した図

## 【図 18】

本発明における光デバイスの挿入損失の測定結果

## 【符号の説明】

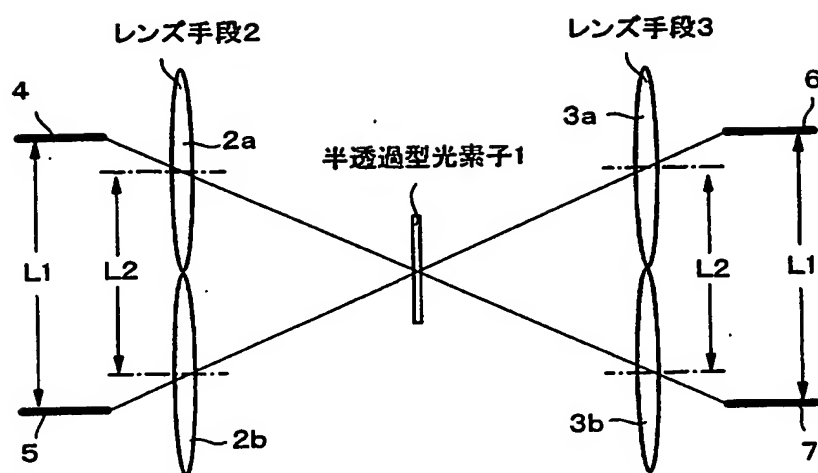
1…半透過型光素子、 2、3…レンズ手段、 2a, 2b、3a, 3b…レンズ、 4、6…出射用光ファイバ、 5、7…入射用光ファイバ、 10…透明基板、 L1…対をなす光ファイバ4、5（6、7）の光軸間距離、 L2…対をなすレンズ2a, 2b（3a, 3b）の光軸中心間距離。



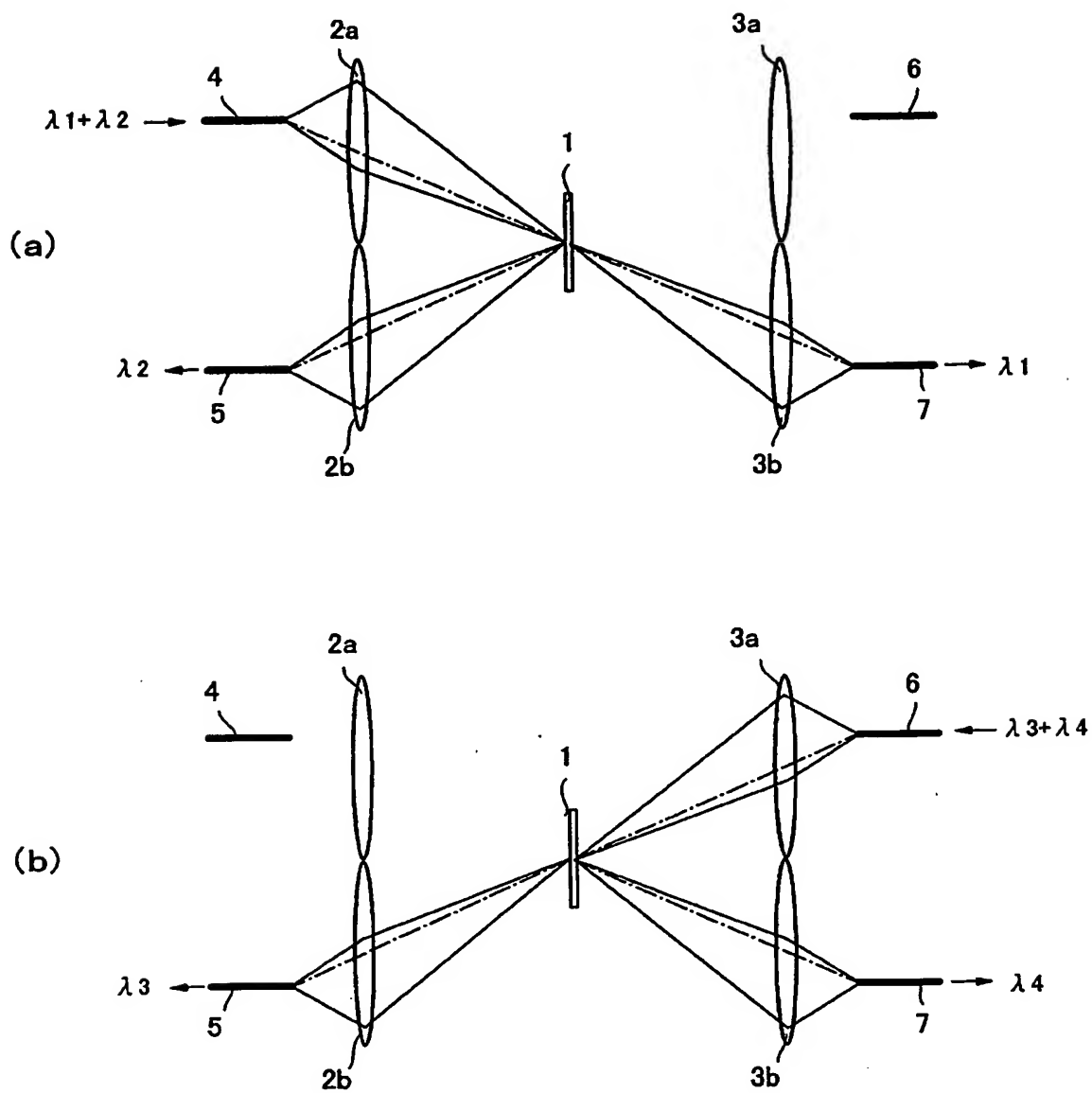
【書類名】

図面

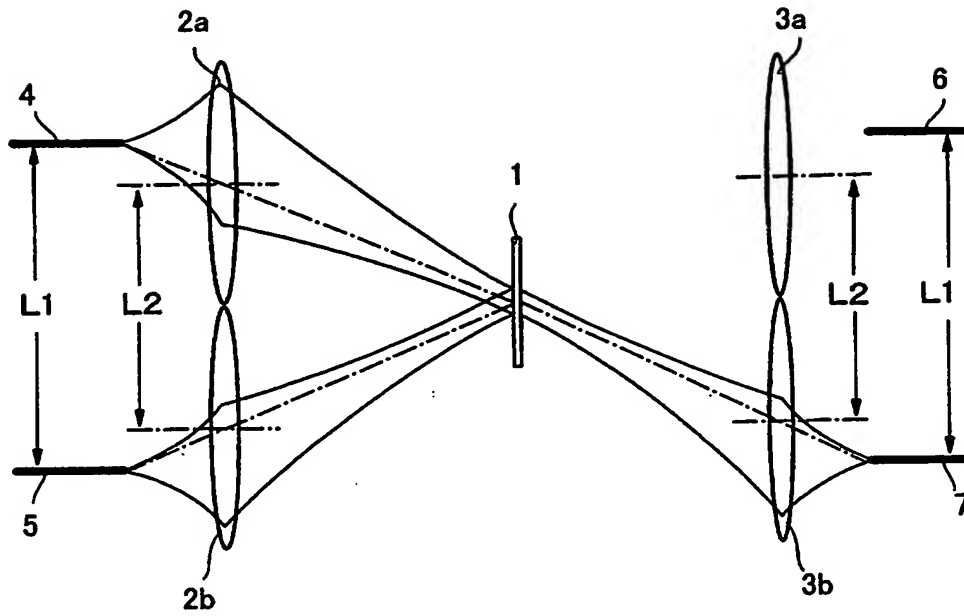
【図 1】



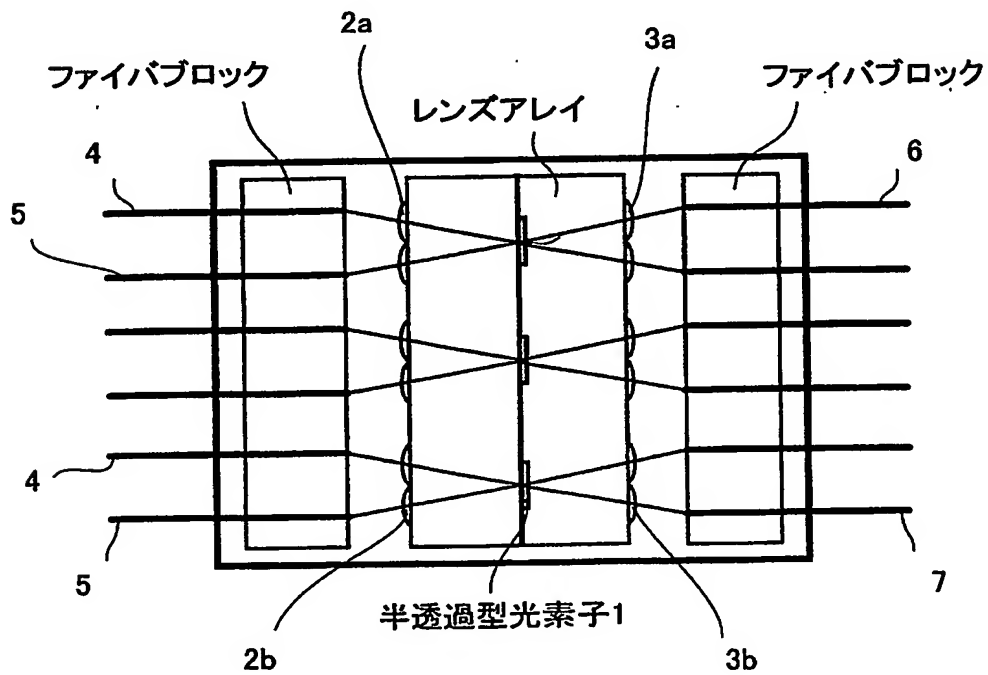
【図 2】



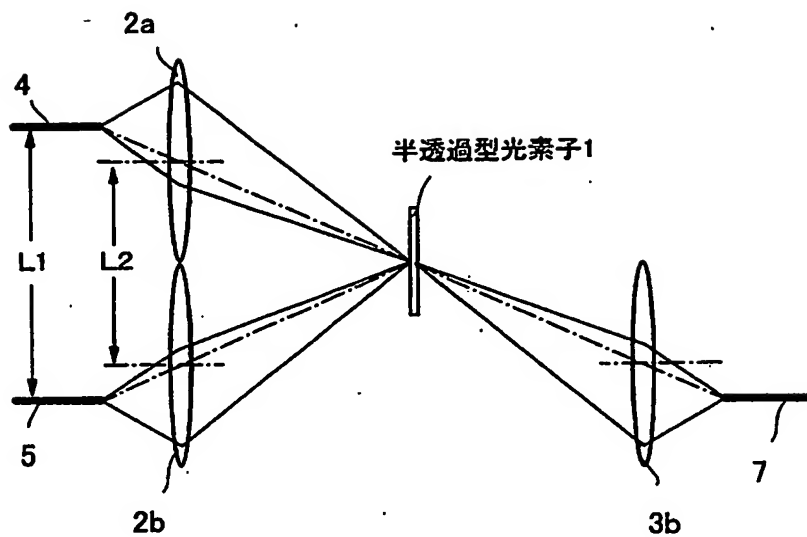
【図 3】



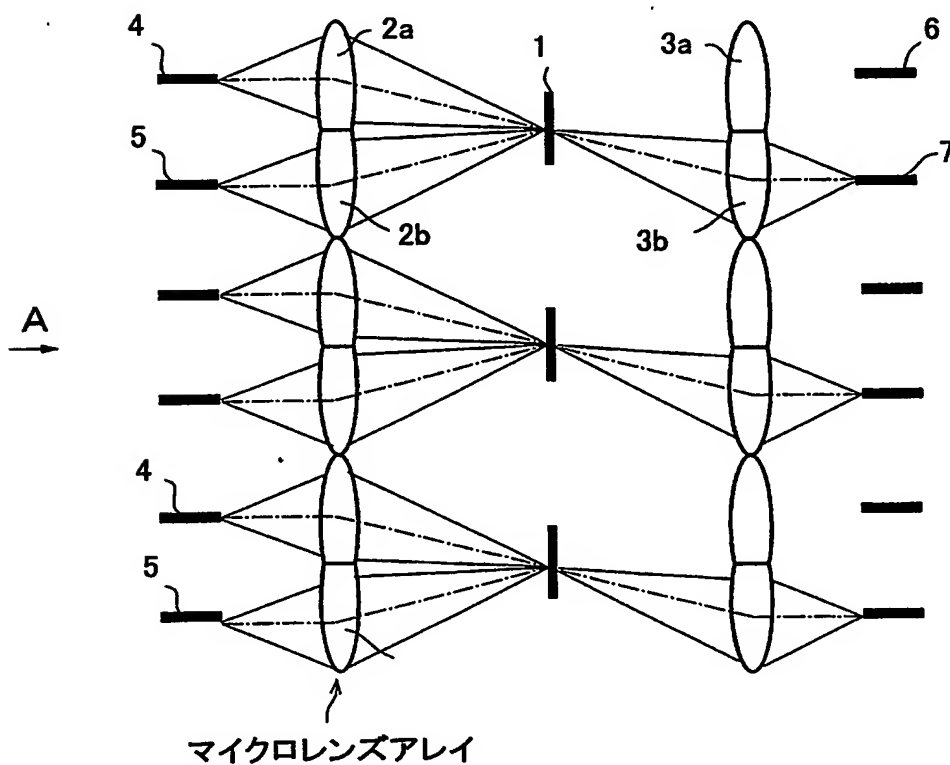
【図 4】



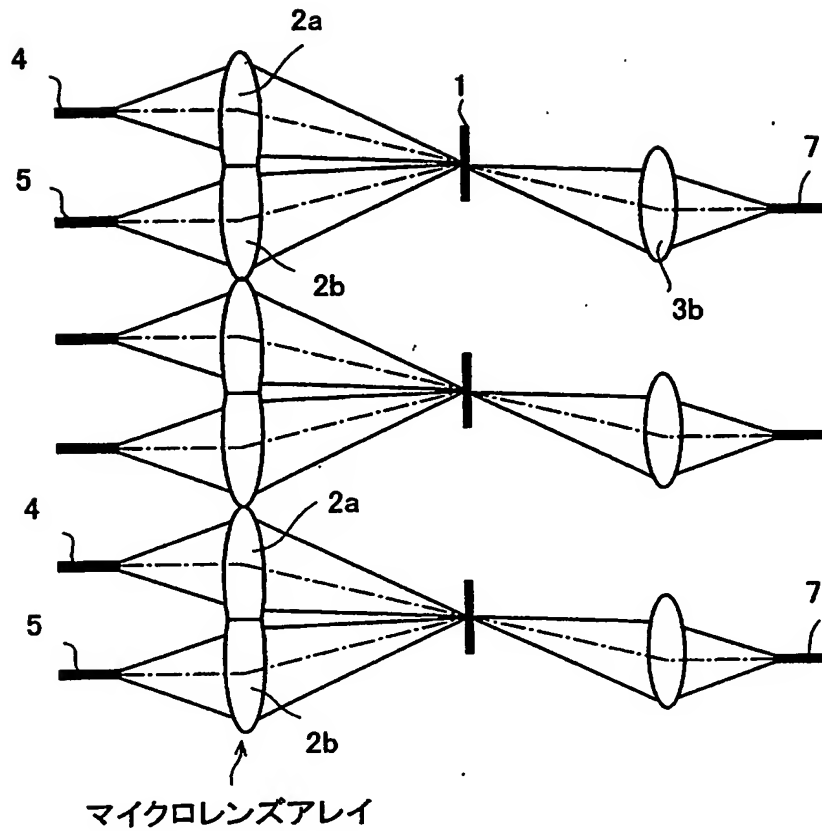
【図 5】



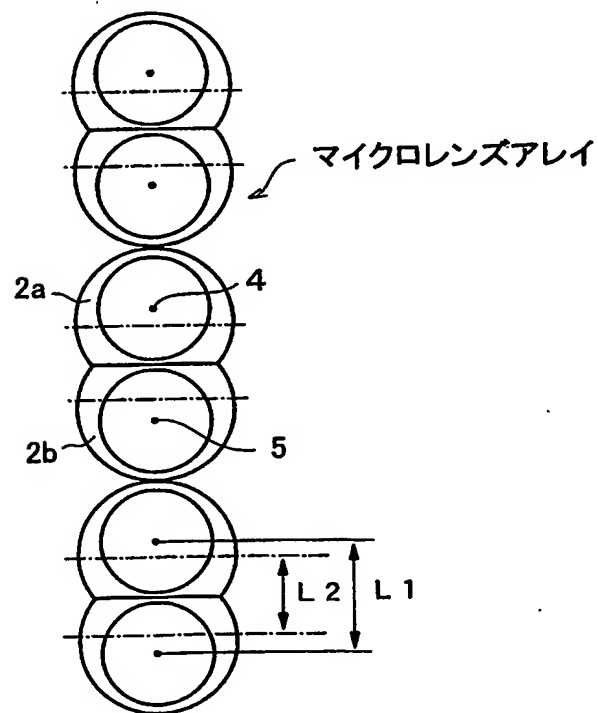
【図 6】



【図 7】

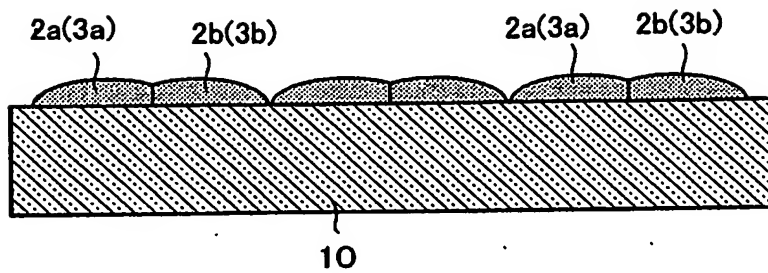


【図 8】



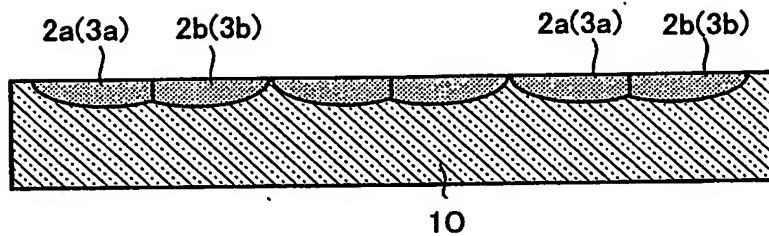
【図 9】

## マイクロレンズアレイ



【図 10】

## マイクロレンズアレイ



【図 11】

pitch = 125  $\mu$ m

(a)

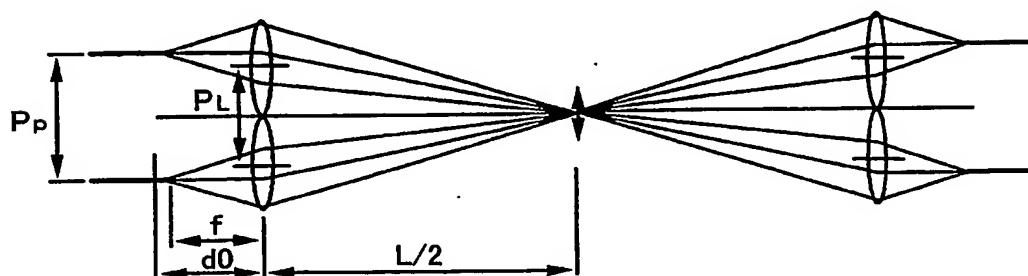
$\beta$	PL	d0	L/2	f	N.A.	$\theta$
3	94	247	740	185	0.253	3.6
4	100	263	1053	211	0.238	2.7
5	104	274	1371	228	0.228	2.2
6	107	282	1692	242	0.222	1.8
7	109	288	2015	252	0.217	1.6
8	111	292	2339	260	0.214	1.4
9	113	296	2664	266	0.211	1.2

pitch = 250  $\mu$ m

(b)

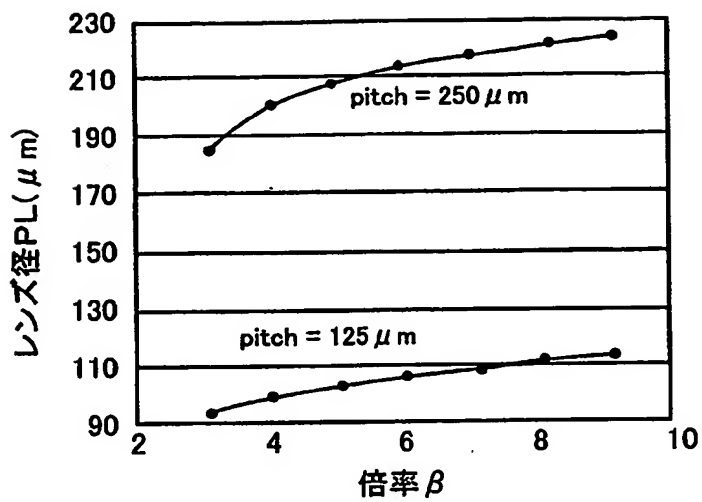
$\beta$	PL	d0	L/2	f	N.A.	$\theta$
3	188	493	1480	370	0.253	3.6
4	200	526	2105	421	0.238	2.7
5	208	548	2741	457	0.228	2.2
6	214	564	3383	483	0.222	1.8
7	219	576	4030	504	0.217	1.6
8	222	585	4678	520	0.214	1.4
9	225	592	5329	533	0.211	1.2

(c)

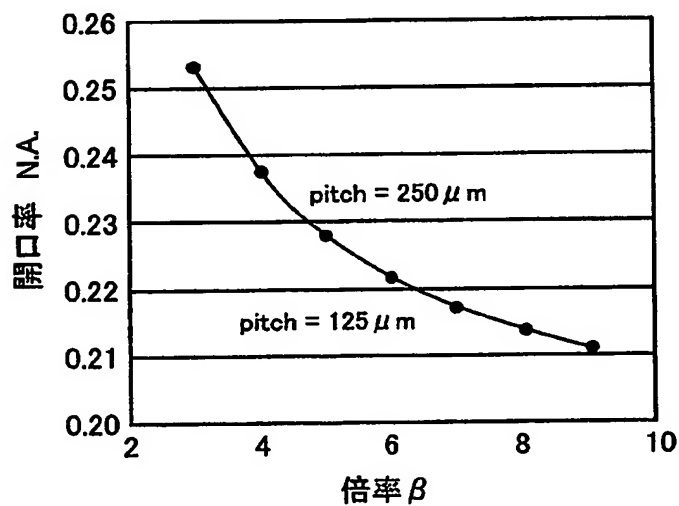


【図 12】

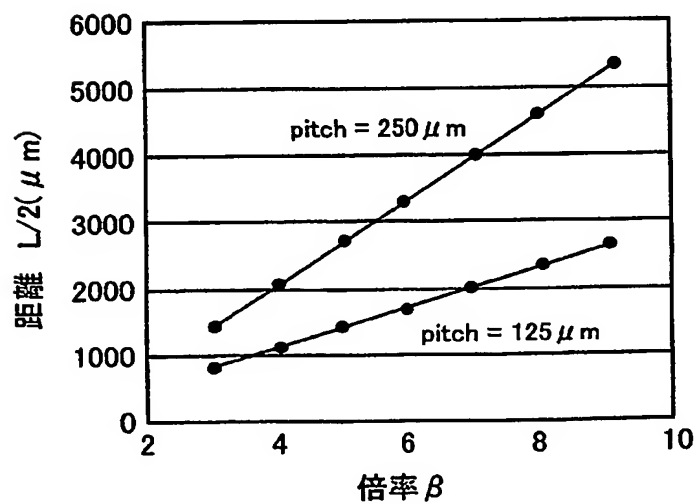
(a)



(b)



(c)





【図 13】

pitch = 125  $\mu$ m

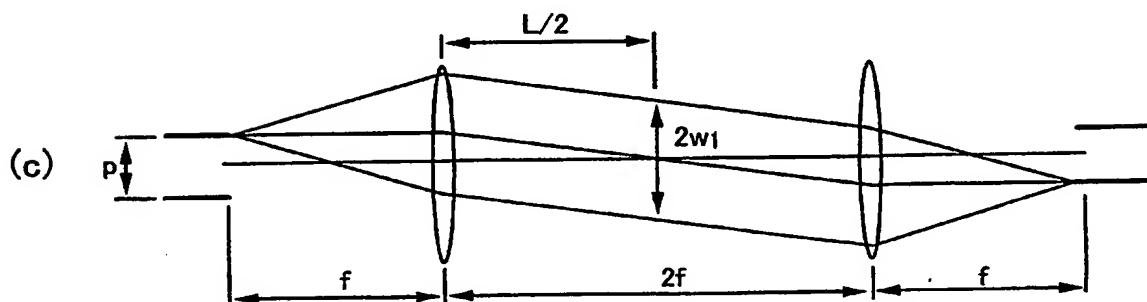
(a)

$f(\mu\text{m})$	$PL(\mu\text{m})$	N.A.	$\theta(\text{deg})$	$L/2(\mu\text{m})$	$2w1(\mu\text{m})$
360	250	0.347	9.85	360	67.7
720	375	0.260	4.96	720	135.3
1080	500	0.231	3.31	1080	203.0
1440	625	0.217	2.49	1440	270.7
1800	750	0.208	1.99	1800	338.3
2160	875	0.203	1.66	2160	406.0
2520	1000	0.198	1.42	2520	473.6

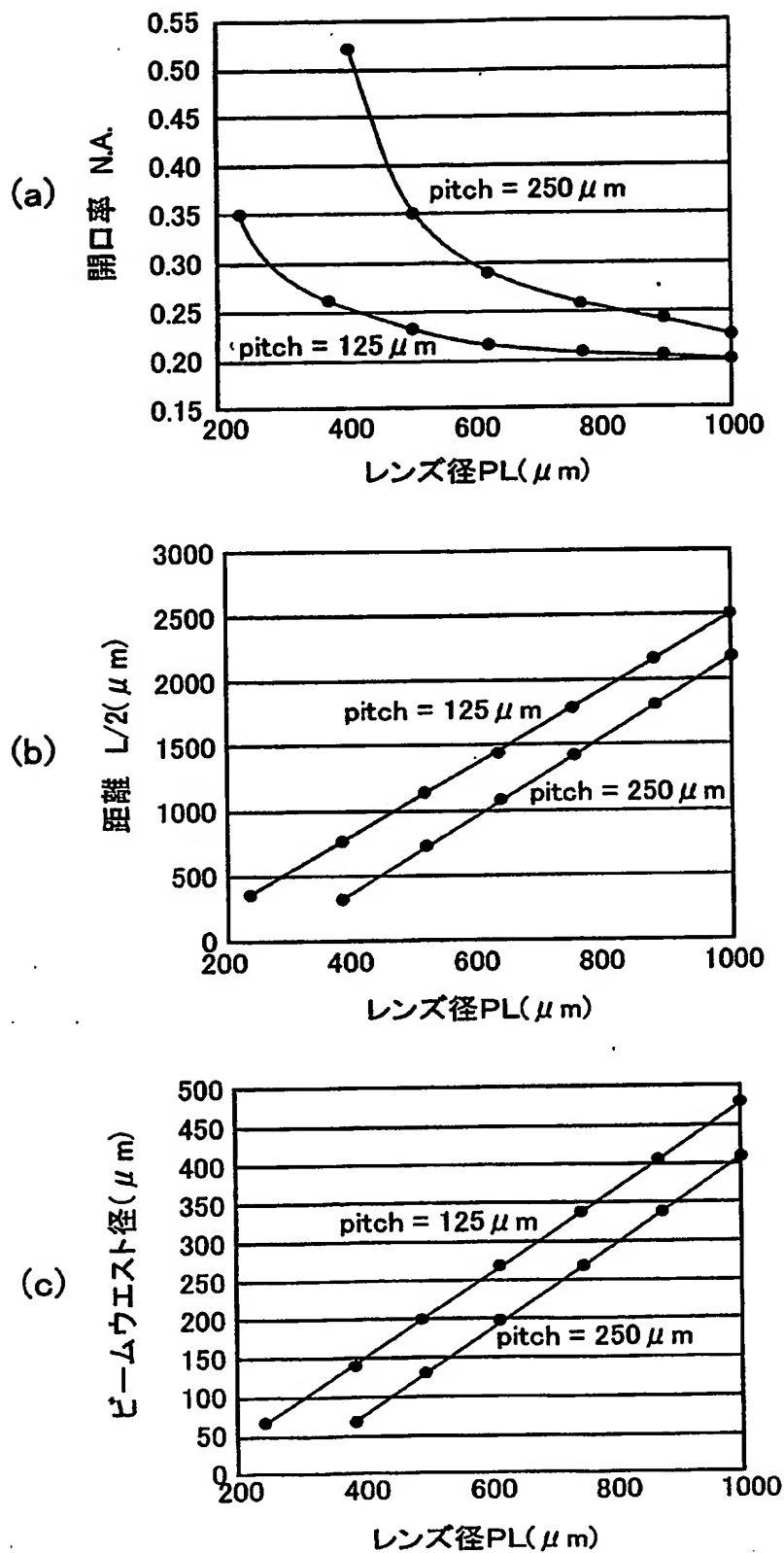
pitch = 250  $\mu$ m

(b)

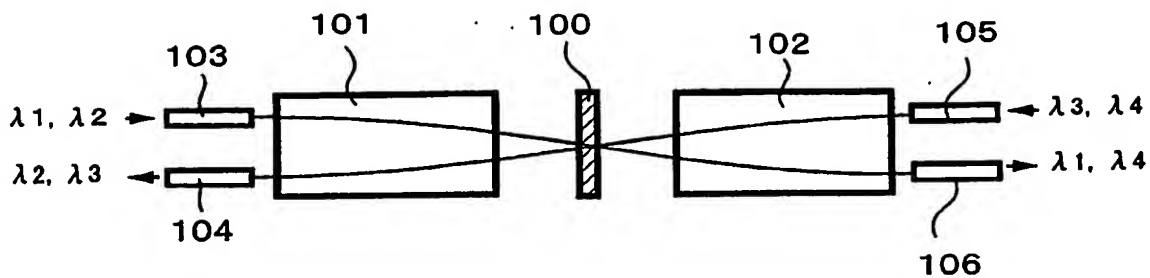
$f(\mu\text{m})$	$PL(\mu\text{m})$	N.A.	$\theta(\text{deg})$	$L/2(\mu\text{m})$	$2w1(\mu\text{m})$
360	375	0.521	19.15	360	67.7
720	500	0.347	9.85	720	135.3
1080	625	0.289	6.60	1080	203.0
1440	750	0.260	4.96	1440	270.7
1800	875	0.243	3.97	1800	338.3
2160	1000	0.231	3.31	2160	406.0
2520	1125	0.223	2.84	2520	473.6



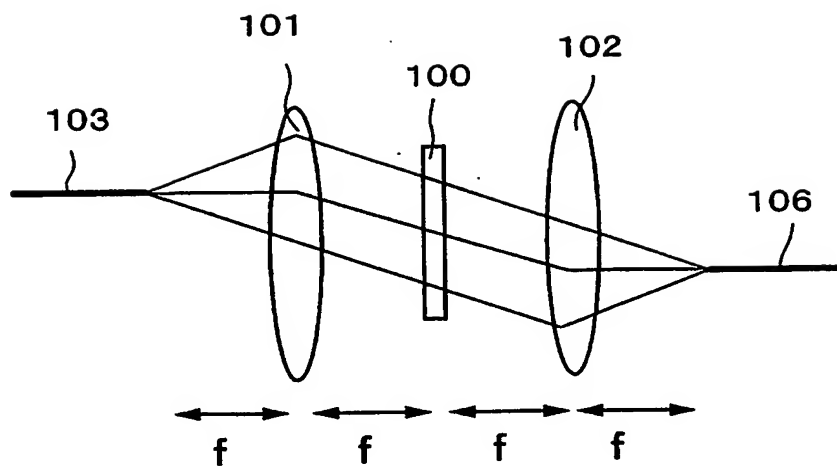
【図 14】



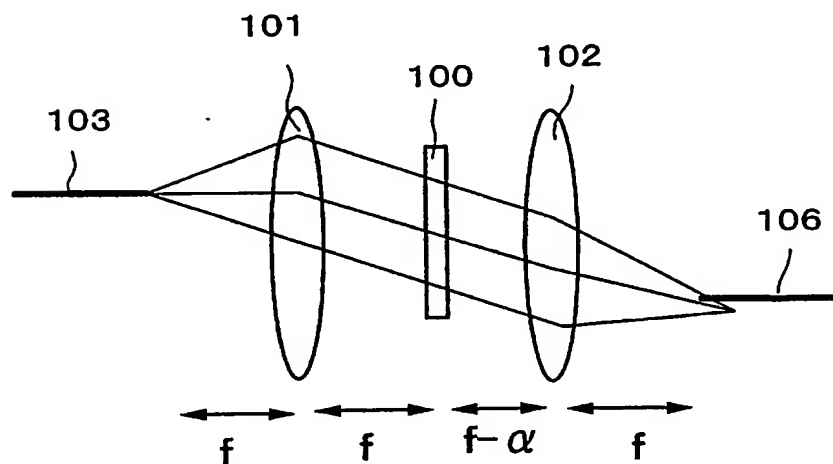
【図 15】



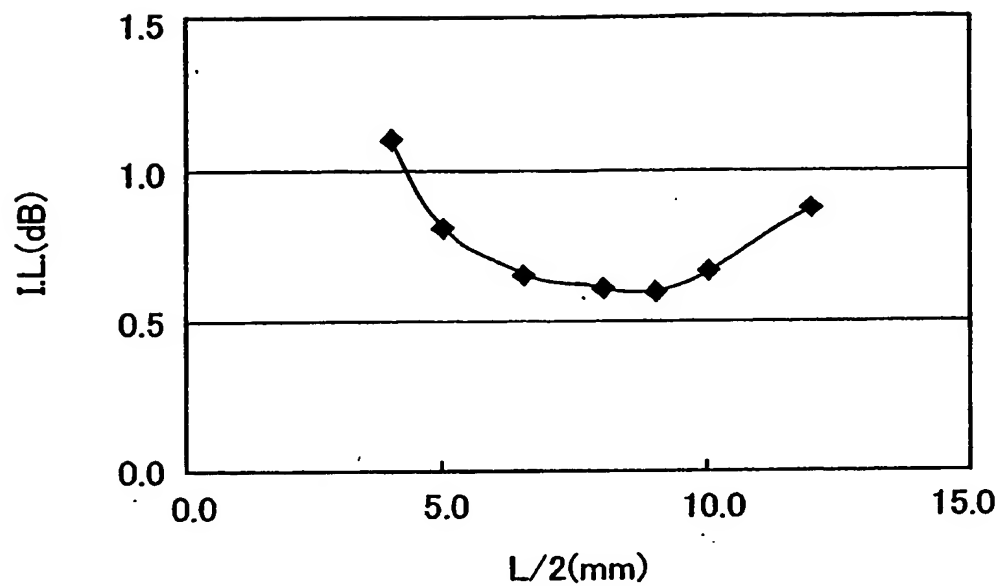
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【課題】 光学要素間の距離の設定の自由度が大きく、高度な調芯技術が不要な光デバイス（ユニット）を提供する。

【解決手段】 半透過型光素子 1 を中心として左右両側にレンズ手段 2、3 が配置され、レンズ手段 2 の外側には出射用光ファイバ 4 と入射用光ファイバ 5 が対をなして配置され、レンズ手段 3 の外側には出射用光ファイバ 6 と入射用光ファイバ 7 が対をなして配置され、レンズ手段 2、3 はそれぞれに対応する光ファイバに合わせて一对のレンズ 2 a, 2 b 及び 3 a, 3 b から構成され、また、前記対をなす出射用及び入射用の光ファイバ 4、5 または 6、7 の光軸間距離  $L_1$  は前記一对のレンズ 2 a, 2 b または 3 a, 3 b の光軸中心間距離  $L_2$  より大きく、且つ各光ファイバの光出射端または入射端と各光ファイバに対応するレンズの光軸中心と半透過型光素子の透過点または反射点は一直線状に配置されている。

【選択図】 図 1

特願 2003-167853

出願人履歴情報

識別番号

[000004008]

- |          |                      |
|----------|----------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月22日          |
| [変更理由]   | 新規登録                 |
| 住 所      | 大阪府大阪市中央区道修町3丁目5番11号 |
| 氏 名      | 日本板硝子株式会社            |
|          |                      |
| 2. 変更年月日 | 2000年12月14日          |
| [変更理由]   | 住所変更                 |
| 住 所      | 大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号  |
| 氏 名      | 日本板硝子株式会社            |